1.3.5 Análisis y síntesis en química

El **análisis químico** permite conocer qué tipo de sustancia se encuentra presente en una muestra determinada y en qué cantidad. He aquí algunos ejemplos evidentes donde el análisis químico es esencial:

- Conocer el contenido de oro en un mineral, para saber si vale la pena construir una mina.
- Identificar la cantidad y naturaleza de los productos naturales que contiene una planta con poder curativo. Determinar su fórmula molecular, para obtener el principio activo y fabricar una medicina.
- Verificar la pureza de un suero fisiológico. Cantidades mínimas de impurezas pueden producir fiebres peligrosas a los pacientes a quienes se les administre el suero.
- Caracterizar el petróleo que emerge de un pozo para conocer la proporción de compuestos ligeros y pesados –lo cual es esencial para el diseño de la refinería.
- Determinar la concentración de contaminantes en una atmósfera peligrosa.

La segunda actividad primordial de la química es la **síntesis de compuestos**, es decir, el diseño de nuevas moléculas y materiales con propiedades deseadas. Algunos ejemplos son:

- La fabricación de plásticos especiales.
- La obtención de nuevos medicamentos.
- El desarrollo de nuevos materiales.

Considerar un par de ejemplos quizá te sea útil para admirar el poder del análisis y la síntesis químicos. Lee los UNIR Y ROMPER 1.5 y 1.6 sobre el vidrio y la aspirina.



UNIR Y ROMPER 1.5 El vidrio

A pesar de que los plásticos han desplazado al vidrio en muchas aplicaciones, éste aún forma parte de nuestras vidas. Será difícil que al voltear a tu alrededor no encuentres un objeto de vidrio.

Su fabricación es quizá una de las tecnologías químicas más antiguas. Se inventó en Egipto, hace 5000 años,, al calentar una mezcla de arena, cenlzas vegetales y piedra caliza.

En 1674, Ravenscroft sustituyó la piedra caliza por óxido de plomo y obtuvo un vidrio más pesado, pero más blando, que podía pulirse. Esto marcó el inicio de la fabricación de lentes, y con ello de telescopios y microscopios.

En el siglo pasado, cuando se conoció la composición de la arena (SiO_2), las cenizas (Na_2CO_3) y la caliza ($CaCO_3$), se supo que son las impurezas las que dan color al vidrio; si éstas se controlan puede obtenerse un vidrio totalmente transparente. Hasta este siglo se determinó la estructura del vidrio y el papel que juega cada una de las materias primas y otros óxidos que se añadían como impurezas (K_2O, MgO, B_2O_3 y Al_2O_3). Actualmente existen unos 6000 tipos de vidrio. Producimos, entre otros, vidrio irrompible, polarizado, fibra de vidrio, espuma de vidrio, vidrios especiales que cambian de color con la luz o con la temperatura, o que conducen la electricidad. Ello ha sido posible gracias al análisis químico, mediante el cual conocemos la relación entre la estructura y las propiedades de los materiales (transparencia, dureza, color, resistencia mecánica o térmica, conductividad calorífica, térmica o eléctrica, comportamiento magnético y tantas más).

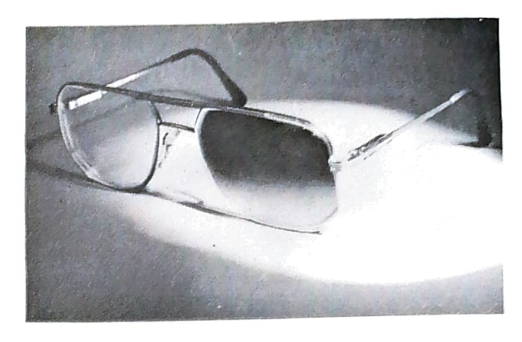
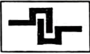


Ilustración 1.57

Vidrio fotocrómico. Cuando el ojo es muy sensible a la radiación solar, los optometristas recomiendan usar gafas cuyos lentes contienen sustancias que se oscurecen con la iluminación, pero que vuelven a la transparencia en los lugares no asoleados.



UNIR Y ROMPER 1.6 La aspirina



El fármaco que se produce en mayor cantidad en el mundo es la aspirina o ácido acetilsalicílico. Su historia comienza con los informes de misioneros jesuitas en Sudamérica, sobre la existencia de procedimientos curativos indígenas que utilizaban la corteza de ciertos árboles. Posteriormente, el inglés Sydenham encontró que el extracto de la corteza reducía la fiebre. La búsqueda de la sustancia responsable de estos efectos culminó en 1836, cuando Pivia aisló el ácido salicílico. Pronto se determinó su composición: $C_7H_6O_2$. La sorpresa se presentó cuando Kolbe, un químico alemán de la compañía Bayer, pudo sintetizarlo sin emplear para nada la corteza del árbol.

El ácido salicílico alivia el dolor y reduce la fiebre, pero es amargo e irrita el estómago, así que los químicos de Bayer se dedicaron a modificar su fórmula molecular, buscando que se redujeran estos efectos. Para ello, primero neutralizaron el hidrógeno ácido, produciendo el salicilato de sodio, que se vendió comercialmente desde 1875 como remedio contra la fiebre reumática.

Clorobenceno → ($NaOH$, $400\,^{o}C$) → Fenol → Fenolato de sodio → (CO_2, presión) → Salicilato de sodio → (HCl) → Ácido salicílico → (Ac_2O, H_2SO_4) → Ácido acetilsalicílico

Ilustración 1.58
Síntesis de la aspirina. Quizá el único símbolo desconocido para ti sea el de Ac_2O, en el que "Ac" representa el grupo aceto, $CH_3CO–$.

Posteriormente se dedicaron a obtener un derivado que fuera más soluble en los ácidos estomacales, para que permaneciera allí el menor tiempo posible. En 1893 Bayer puso a la venta la aspirina o ácido acetilsalicílico. Desde entonces, la aspirina se ha incorporado en multitud de medicamentos, ya sea mezclada con otras sustancias activas (como cafeína o antiácidos) o incorporada en una molécula mayor (algunos jarabes contienen acetilsalicilato de guayacol, el cual se divide en el organismo en una molécula de aspirina y una de guayacol, que es un expectorante).

Tal vez la importancia de presentar el diagrama de síntesis de la ilustración 1.58 es que resulta posible percibir cómo se eliminan átomos o grupos y se sustituyen por otros, y que ello ocurre en cada una de los trillones de moléculas que reaccionan.



UNIR Y ROMPER 1.7 Terpenos

Los terpenos son un familia de compuestos muy difundida en el reino vegetal. Los aceites esenciales de las plantas (aquellos que les dan su particular olor) son terpenos. Se conocen cientos de estos compuestos, muchos de los cuales son alquenos, aunque pueden tener también otros grupos funcionales. Todos los terpenos cumplen la llamada regla del isopreno (2-metil-1,3-butadieno), es decir, que todos ellos están constituidos por unidades de isopreno.

Por tanto, la cadena de átomos de carbono de cualquier terpeno puede dividirse en pedazos equivalentes que contienen la unidad:

$$C{=}C(CH_3){-}C{=}C$$

Tabla 1.2 Terpenos.

Clase de terpeno	Número de unidades de isopreno	Número de átomos de carbono	Ejemplo
Monoterpeno	2	10	Limoneno
Sesquiterpeno	3	15	ß-selineno
Diterpeno	4	20	Vitamina A
Triterpeno	6	30	Escualeno
Tetraterpeno	8	40	ß-caroteno

$CH_2{=}C(CH_3){-}CH{=}CH_2$

(a) Isopreno (b) Limoneno (c) β-selineno

Ilustración 1.59

Moléculas de isopreno y de dos terpenos. (a) Isopreno, (b) limoneno, que se encuentra en la cáscara de la naranja y (c) ß-selineno, que forma parte del aceite de apio.

La fórmula mínima de los terpenos, particularmente la de los pequeños, es muy parecida ya que todos son múltiplos de la unidad isoprénica C_5H_8.



EJERCICIOS Y PROBLEMAS

1. Indica en cuál de las siguientes fórmulas hay más átomos de oxígeno:

   a) $Al(NO_3)_3$ b) $Mg(ClO_3)_2$
   c) $Na_2Cr_2O_7$ d) 2 $KMnO_4$
   e) 2 K_2CO_3 f) $Ca_3(PO_4)_2$

   Menciona también a qué elemento corresponde cada uno de los símbolos.

2. Enuncia y explica diez términos que hayas aprendido en la secundaria y que formen parte del “lenguaje químico”.

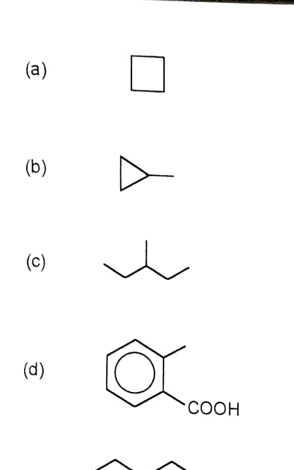


Ilustración 1.60
Fórmulas simplificadas.

3. Escribe las fórmulas desarrolladas, a partir de las siguientes fórmulas simplificadas.

4. Identifica los grupos funcionales de las siguientes moléculas:

a) $CH_3CH{=}CH_2$
b) $CH_3CH_2OCH_3$
c) $CH_3CH_2CH_2CHO$
d) $CH_3CH_2CH_2CH_3$
e) $CH_3CH_2NH_2$
f) $CH_3CH_2COOCH_3$
g) $CH_3CH_2C{\equiv}CCH_3$
h) $CH_3CH_2CONH_2$
i) $CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$
j) $N{\equiv}CCH_2CH_2CH_3$
k) $CH_3CH(OH)CH_2CH_3$
l) $CH_3CH_2CH_2COCH_2CH_3$

5. En la ilustración 1.56, reconoce todas las vitaminas que poseen los grupos funcionales siguientes:

a) -OH hidroxilo
b) $-CONH_2$ amida
c) -alqueno

e identifica aquellas vitaminas que posean otros átomos diferentes de C, H, O y N.

6. La vainillina es la sustancia que le da el sabor a la vainilla. ¿Cuáles son sus grupos funcionales?

7. Describe el hecho que se resume en la siguiente ecuación:

$$N_2 + 3\,H_2 \longrightarrow 2NH_3$$

8. Un sustituto de la aspirina, aunque diez veces más caro, es el acetaminofén. Su fórmula es la de la ilustración 1.62. Escribe su fórmula condensada.

OH
OCH_3
C
O H

Ilustración 1.61
Vainillina.

$HO-C_6H_4-NH-C(=O)-CH_3$

Acetaminofen

Ilustración 1.62
Fórmula del acetaminofén.

9. Una lata de atún de 150 g contiene las siguientes cantidades de vitaminas (como porcentaje de la dosis recomendada):
5% de riboflavina, 95% de niacina, 30% de vitamina B_1 y 45% de vitamina B_2.
¿Cuántos mg de cada una están presentes en cada lata?

10. Escribe la fórmula condensada de los siguientes terpenos:

CH_2OH

Geraniol

Ilustración 1.63
Geraniol (aceite de geranio y de rosas).

O

Alcanfor

Ilustración 1.64
Alcanfor.

OH

α-terpineol

Ilustración 1.65
Terpineol (aceite de pino).

OH
HO

Zeaxantina

Ilustración 1.66
Zeaxantina (colorante amarillo del maíz y de la yema de huevo).

11. Divide en unidades isoprénicas los terpenos del problema anterior.

ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. ¿Son sinónimos las palabras *vidrio* y *cristal*? ¿Qué sabes sobre el vidrio Pyrex?

2. Investiga las propiedades características de los compuestos iónicos y las de los covalentes.

3. Una medida de concentración de alcohol en las bebidas es el *grado PROOF*. Averigua qué representa.

4. Investiga en qué consisten las enfermedades producidas por la carencia o insuficiencia de vitaminas; enfoca sobre todo tu atención en alguna o algunas de las siguientes:

   a) El beriberi b) La pelagra c) El escorbuto
   d) El raquitismo e) La anemia

5. Por sus investigaciones sobre los terpenos, se les dio el premio Nobel a O. Wallach en 1910 y a P. Karrer en 1937. Investiga cuáles fueron dichas investigaciones.

6. Realiza las siguientes actividades relacionadas con alcoholes:

   a) Investiga cómo se produce actualmente el metanol.
   b) El colesterol es un alcohol, pero también es el mas importante esteroide de tu cuerpo. Investiga sus propiedades así como su fórmula.
   c) El fitol, $C_{20}H_{39}OH$, es un alcohol terpénico (ve el UNIR Y ROMPER 1.7) que forma parte de la clorofila. Investiga su fórmula y sus propiedades.

7. Investiga el origen y los usos del alcanfor, que es un terpeno.

1.4 La Química en México y sus profesiones

1.4.1 Ideas preliminares

Esta última sección del capítulo 1 tiene dos objetivos fundamentales. El primero es dar orientación acerca de las actividades que desempeñan los profesionales de la química. El segundo implica rememorar algunas de las más notables contribuciones mexicanas a la química universal, como la que ya presentamos al inicio del capítulo con la figura de nuestro primer protagonista, Francisco Bolívar.

A partir de este momento empezará la intercalación de notas históricas en el libro. De esta manera podrás apreciar mejor el valor de los conceptos que has de aprender.

1.4.2 Qué hacen los profesionales químicos

Cualquier objeto material pertenece al universo de sustancias con las que trabajan los químicos y profesionales afines. Determinar su composición, conocer las transformaciones que sufren, ordenar y controlar esos cambios, crear nuevos compuestos que jamás la naturaleza pudo producir, nuevos medicamentos, más y mejores combustibles, plásticos, fibras, metales y todo tipo de materiales, procesar y conservar alimentos,... en breves palabras: crear para la humanidad un mundo más pleno y mejor, es la meta del químico moderno.

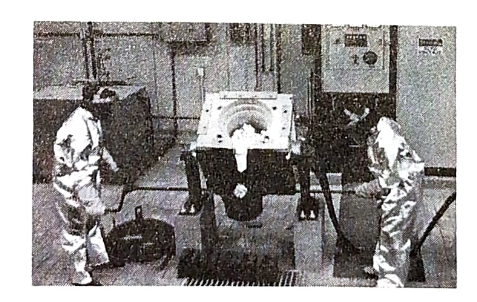


Ilustración 1.67

Químicos e ingenieros metalúrgicos. Se dedican a la obtención, refinación, tratamiento y acabado de metales. Estos procesos incluyen aspectos físicos y químicos, de tal suerte que su formación es multidisciplinaria. La industria metalmecánica en México es una de las más importantes del sector de la transformación. Sin duda, hoy resulta prioritario impulsar la industria de producción de maquinaria industrial (bienes de capital), por lo que el futuro de los químicos e ingenieros con esta orientación es promisorio.



Ilustración 1.68

Escenas en el laboratorio. Muchos químicos trabajan en laboratorios, ya que estas instalaciones están especialmente diseñadas para controlar los procesos químicos. En un laboratorio se requiere un buen número de sustancias puras, llamadas genéricamente **reactivos**, balanzas de precisión, material de vidrio para purificar y manejar sustancias que pueden ser peligrosas, cilindros con gases, equipo para realizar pruebas analíticas y reacciones, atmósferas inertes, campanas de extracción para evitar inhalaciones peligrosas o explosiones, y un sinnúmero más de elementos especializados. Gracias a ellos, el químico puede llevar a cabo su labor de análisis y síntesis.

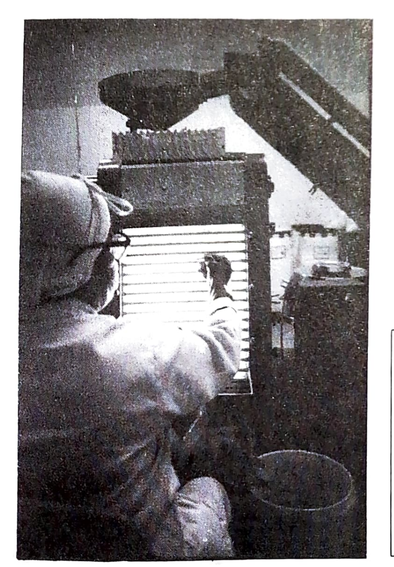


Ilustración 1.69

Química farmacéutica. Un sector de los profesionales de la química se ocupa de ciertos aspectos de la salud. El químico biólogo parasitólogo trabaja en laboratorios de análisis clínicos, donde analiza fluidos corporales y otras muestras biológicas. El químico farmacéutico obtiene medicamentos, emplea métodos analíticos para su control de calidad y lleva a cabo pruebas biológicas de su actividad en animales o sobre cepas de microorganismos. También vigila y responde por la identidad y la calidad de los medicamentos en las farmacias, y es un asesor imprescindible en la farmacia clínica hospitalaria.



Ilustración 1.70

El químico especializado en alimentos participa en los procesos de producción, almacenamiento, transformación, comercialización y utilización de bebidas y alimentos. Puede estudiar desde las características nutricionales de los alimentos hasta la obtención de aditivos que transformen y hagan más agradable su apariencia.

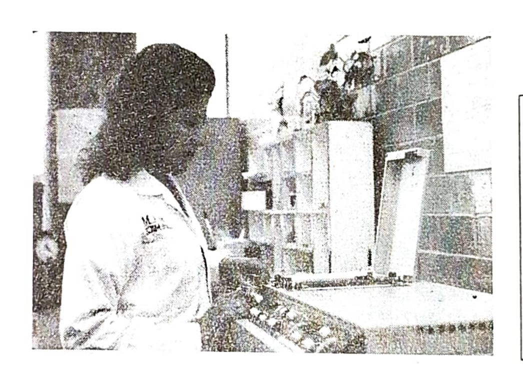


Ilustración 1.71

El bioquímico. Este profesional estudia los fundamentos químicos de los procesos biológicos, ya sea en vegetales o animales, con el organismo vivo o simulando condiciones apropiadas, o aislando material biológico en un tubo de ensaye.

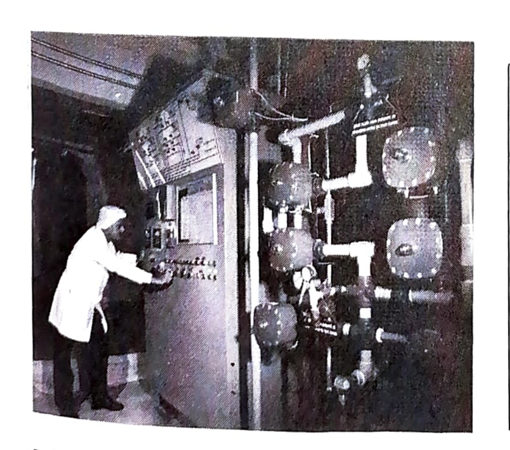


Ilustración 1.72

Ingeniería química, base del progreso moderno. A escala industrial, los procesos son ideados, diseñados y operados por los ingenieros químicos. De ellos depende la selección de tecnología, la elección de las condiciones de operación, el cálculo de las tuberías, las bombas, los recipientes de intercambio de calor, las torres de destilación y absorción, el reactor químico y todo el resto de los elementos de la planta, labor en la que es auxiliado por arquitectos e ingenieros. Le toca también supervisar el arranque de la planta, su operación y mantenimiento. Dependiendo del tipo de industria, el ingeniero se enfrenta al manejo de equipos de muy diferente tipo, desde los altos hornos de la metalurgia hasta las plantas pasteurizadoras de los alimentos.



GLIFO 1.15 Los materiales antes de la Conquista

Los pobladores de Mesoamérica conocieron múltiples aplicaciones de diversos materiales y productos naturales. Los indígenas emplearon el oro, el cobre y la plata, y debieron conocer el mercurio. Utilizaron el calor para preparar diversas aleaciones, pero nunca alcanzaron la "edad del hierro". Sólo conocieron los meteoritos que contenían este metal.

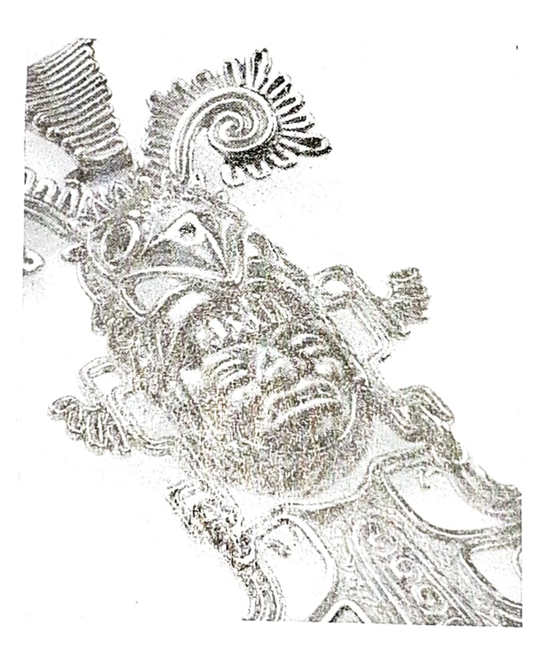


Ilustración 1.73

Metal fundido por un orfebre mexicano para hacer una pieza artesanal.

Los metales y los minerales metálicos y no metálicos eran empleados como colorantes, como elementos de construcción, en el ornato y la joyería. Los antiguos mexicanos extrajeron y purificaron la sal común a partir del tequesquite (ve la sección PROTAGONISTA del capítulo 8), que era una eflorescencia de los terrenos lagunosos desecados, y del agua de mar.

La orfebrería y la cerámica eran poco técnicas pero sumamente artísticas. Utilizaban el carbón y obtuvieron el negro de humo para hacer tinta negra. Mientras que en Europa escaseaba el azúcar, aquí se empleaba la obtenida al evaporar el aguamiel, cuya fermentación les proveía de pulque.

Para construir armas emplearon el vidrio volcánico (obsidiana). Extraían diversas resinas (incluido el hule) que empleaban como pegamentos, en la pintura y en la medicina, en la que también se distinguieron por identificar muchos vegetales curativos.



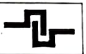
UNIR Y ROMPER 1.8 Bartolomé de Medina

La recuperación de la plata en el siglo XVI.

La primera industria original se desarrolló en Pachuca en 1555, gracias al genio de Bartolomé de Medina. Su proceso de recuperación de la plata por amalgamación con mercurio ha sido calificado por Bargalló como "el mejor legado de Hispanoamérica a la metalurgia universal". La formación de la amalgama de los metales preciosos con el mercurio permite su extracción "en frío", mucho más barata que la fundición. Si bien es cierto que el objetivo de la producción era el beneficio de la metrópoli, estas empresas contribuyeron a la formación y desarrollo de La Nueva España. Por muchos años se asentó aquí el liderazgo en diversas ramas de la mineralogía.

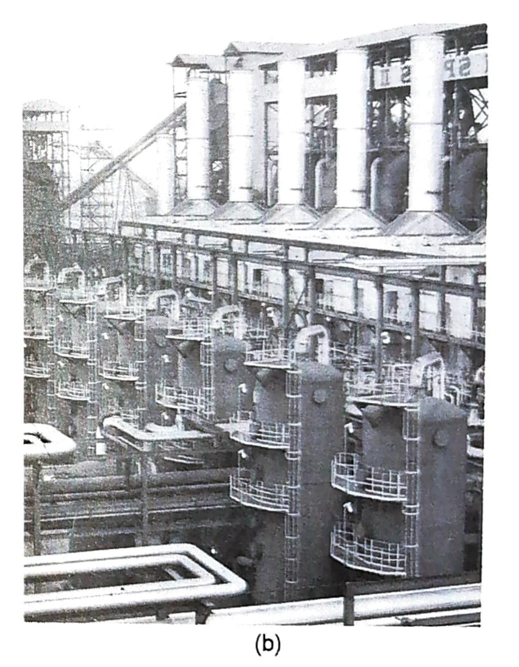


UNIR Y ROMPER 1.9 El hierro esponja



Tal vez la tecnología mexicana más conocida en el extranjero sea la que desarrolló la compañía Hojalata y Lámina (HYLSA), de Monterrey, respecto al llamado "hierro esponja".

En 1957, un efecto de la guerra de Corea fue la elevación de los precios de la chatarra. HYLSA, que producía aeroplanos a partir de chatarra, hubo de iniciar un programa de investigación cuyo resultado fue el proceso de reducción directa del mineral de hierro: una tecnología tercermundista de primera línea. Treinta años más tarde, cuando la producción mundial de hierro alcanza los mil millones de toneladas, la tecnología de HYLSA sigue siendo líder en el campo de obtención de hierro por reducción directa.



(b)

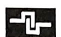


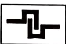
(a)

Ilustración 1.74

Hierro esponja. (a) Las piedras del mineral de hierro se someten a reducción directa, y se obtiene hierro metálico o "hierro esponja". (b) Planta con tecnología de HYLSA en Indonesia

En el proceso, la proporción de oxígeno que se encuentra combinada químicamente con el hierro en el mineral se va reduciendo en forma paulatina gracias a la acción de una mezcla de H_2 y CO que se alimenta a 800°C. Ambas sustancias van tomando átomos de oxígeno del mineral (se oxidan), para formar H_2O y CO_2. De esta manera, el Fe_2O_3 se convierte en Fe_3O_4, luego en FeO y finalmente en el elemento Fe, lo que se indica químicamente con el nombre inverso a la oxidación: la reducción. El resultado es un hierro poroso, esencialmente con la misma forma y tamaño que la partícula de mineral, que es una magnífica "carga" para la elaboración de acero en un horno eléctrico, pues está libre de impurezas metálicas, es fácil de manejar y transportar y posee una composición química uniforme y precisa.





UNIR Y ROMPER 1.10 Un elemento químico descubierto en México

Un español, don Fausto de Elhúyar, se encargó en México del Real Cuerpo de Minería en 1792. Diez años antes, había descubierto en el País Vasco el elemento químico llamado hoy tungsteno, al que bautizó como wolframio (por eso su símbolo químico es W).



Ilustración 1.75

Elhúyar, descubridor del wolframio (tungsteno). Óleo del Palacio de Minería, México, D.F.

En esa misma institución, Andrés Manuel del Río destacó por su trabajo de análisis químico de minerales mexicanos. En 1801, como resultado del estudio de un mineral de Zimapán, Del Río descubrió un nuevo elemento químico más al que llamó eritronio. En Europa lo convencieron de que había confundido el eritronio con el cromo, lo que resultó falso. El elemento fue redescubierto en 1830



Ilustración 1.76

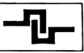
Andrés Manuel del Río, descubridor del eritronio (vanadio). Óleo del Palacio de Minería, México, D.F.

por Sefstrom, quien lo denominó vanadio, como hoy lo conocemos.

En realidad, la primera aportación americana a la tabla de los elementos fue el platino, que era conocido por los indígenas y fue presentado al mundo científico en 1748. Salvo esta contribución prehispánica, el eritronio (vanadio) fue el primer elemento químico descubierto en América. Habrían de pasar 125 años para que se diera el siguiente, en un laboratorio de Estados Unidos.



UNIR Y ROMPER 1.11 Vicente Ortigosa



La química orgánica en el siglo XIX.

Cuando la química orgánica daba sus primeros pasos como ciencia, un mexicano llamado Ortigosa trabajó en Europa y obtuvo allí el doctorado. Fue el primero en aislar y analizar el alcaloide del tabaco, la nicotina, al que dio la fórmula $C_{10}H_{16}N_2$, *a partir de sus resultados* (C=73.3%, H=9.6% y N=17.1%). *Los análisis más modernos informan la siguiente composición:* C=74%, H=8.7% y N=17.3%. *Vemos que los resultados de Ortigosa son sumamente buenos para mediados del siglo* XIX.

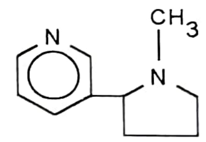


Ilustración 1.77

Fórmula de la nicotina. Cuenta los átomos: ¿es correcta la fórmula condensada de Ortigosa?



GLIFO 1.16 Leopoldo Río de la Loza



Este ilustre químico nació en la capital de la República Mexicana en 1807. Obtuvo los títulos de cirujano y farmacéutico, y el diploma de médico.

Entre 1849 y 1862 escribió el primer tratado de química hecho en México, Introducción al estudio de la química, *donde pueden encontrarse definiciones y conceptos químicos valiosos, aún vigentes. Por muchos años fue profesor de química y estudió los productos naturales existentes en diversas variedades de vegetales mexicanos. En uno de ellos encontró el ácido pipitzahoico, descubrimiento que lo hizo merecedor a un premio internacional en Londres.*

Fundó la Sociedad Farmacéutica Mexicana, cuyo principal objetivo fue la edición de la Farmacopea Mexicana, *donde consta la multitud de sustancias y preparaciones curativas que se venían usando en el país.*



Ilustración 1.78

Leopoldo Río de la Loza.





UNIR Y ROMPER 1.12 Los anticonceptivos orales y la cortisona

En 1941 se creó el Instituto de Química de la UNAM, el cual se instaló anexo a la Escuela Nacional de Ciencias Químicas que se había fundado en 1916. En esa misma década, el Instituto habría de participar activamente en uno de los descubrimientos modernos más sobresalientes: el de la píldora anticonceptiva. En 1943, el norteamericano Marker descubrió en México un vegetal con alto contenido de diosgenina, que sabía cómo transformar en progesterona, la hormona del embarazo. Para industrializar su descubrimiento creó, junto con dos mexicanos, la empresa Syntex.

El impacto científico y comercial que tuvo la producción de hormonas en México fue enorme. Nos visitaron los más renombrados investigadores del mundo y se formaron en México importantes grupos de científicos. Tal vez la labor más sobresaliente fue la del hidrocálido Jesús Romo Armería, investigador del Instituto de Química y de Syntex, quien participó en diversos proyectos de síntesis a partir de progesterona. Éstos culminaron en 1951 con la síntesis de la cortisona, la cual contiene tres átomos de oxígeno más, en posiciones cruciales que la convierten en un eficaz antiinflamatorio y antiartrítico.



Ilustración 1.79

Barbasco. A partir de una planta mexicana de raíz tuberosa se sintetizaron hormonas esteroidales.

CH_3
C=O
O

Progesterona

Ilustración 1.80

Fórmula de la progesterona.

CH_2OH
C=O
OH
O
O

Cortisona

Ilustración 1.81

Fórmula de la cortisona, potente antiinflamatorio.

Pocos años más tarde se produjeron en México los primeros antiovulatorios orales, que impiden que el óvulo abandone el ovario y por tanto interfieren la gestación. Cinco años después, millones de mujeres en todo el mundo los estaban utilizando. Actualmente hay muy diversos tipos de antiovulatorios, y todavía se busca un preparado cuyo empleo prolongado no produzca trastornos.



GLIFO 1.17 La revolución verde



En México se inició y desarrolló el proceso conocido como "revolución verde", que condujo al doctor Norman Borlaug a recibir el Premio Nobel de la Paz en 1970 por sus descubrimientos en el campo de la agricultura.

Este proyecto, de influencia política pero esencialmente biológico y bioquímico, revolucionó la producción agrícola e influyó en la consolidación de importantes grupos mexicanos de investigación, como el del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y del Trigo, el del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y el del Colegio de Posgraduados de Chapingo.

En veinte años, la productividad de maíz por hectárea pasó de 975 a 1770 kilogramos, y la de trigo, de 1470 a 3480 kilogramos, un aporte que alivió en parte los problemas de escasez de alimentos y desnutrición. Sin embargo, ciertamente es necesario un importante apoyo financiero y tecnológico para la generalización de este sistema a todo el país, pues los problemas del campo siguen siendo severos. Mucho queda por hacer en cuanto a voluntad política, desaparición de intermediarios y modificación de estructuras de clase y poder.



GLIFO 1.18 El Instituto Mexicano del Petróleo



A raíz de la nacionalización del petróleo en 1938, las compañías extranjeras denegaron a México la venta de tetraetilo de plomo, $Pb(CH_2CH_3)_4$ (antidetonante de la gasolina). Después de un primer intento fallido, los ingenieros químicos mexicanos lograron, con la tenacidad que inspiran los bloqueos, echar a andar una planta de tetraetilo que se instaló en el mismo lugar donde 28 años más tarde (1966) se creó el Instituto Mexicano del Petróleo.

En el Instituto se han diseñado cerca de 100 plantas petroquímicas y de refinación de petróleo, pero eso no es todo. El IMP cuenta con más de 150 patentes con registro internacional,

entre las que destacan las de procesos de hidrodesulfuración (eliminación de azufre) y de desmetalización selectiva de residuos pesados (conocido como proceso DEMEX), con plantas que trabajan en el país y en el extranjero.

México no sólo es el quinto productor de petróleo crudo; también es el decimosegundo en el renglón de productos petroquímicos y se encuentra entre los primeros cinco por el número de plantas en desarrollo y por el suministro de ingeniería de proyectos y tecnología propia. Como vemos, han sido notables los logros de PEMEX y el IMP.



ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS

1. Consulta los siguientes libros y revistas, donde podrás profundizar en los temas tratados.

BARGALLÓ, M., *La química inorgánica y el beneficio de los metales en el México prehispánico y colonial*, UNAM, México, 1966.

BARGALLÓ, M., "Valor de la historia de la química para la enseñanza y la investigación", *Revista de la Sociedad Química de México* **19**(3), 90–92 (1975).

CELADA, J., "La fusión del fierro esponja", *Ciencia y Desarrollo* **5**(27), 110–113 (julio-agosto de 1979).

CONACYT, "Andrés Manuel del Río, descubridor del vanadio en 1802", *Ciencia y Desarrollo* **3**(13), 88–92 (marzo-abril de 1977).

DE GORTARI, E., *La ciencia en la historia de México*, Fondo de Cultura Económica, México, 1963.

ESTRADA, H., "Vicente Ortigosa, el primer doctorado en química orgánica en Europa", *Revista Quipu* **1**(3), 40–46 (septiembre-diciembre de 1984).

GARRITZ, A. y CHAMIZO, J.A., *Del tequesquite al ADN*, Colección "La ciencia desde México", No. 72, Fondo de Cultura Económica-SEP-CONACYT, México, 1989.

GIRAL, J., GONZÁLEZ, S. y MONTAÑO, E., *La industria química en México*, Redacta, México, 1978.

ROMO DE VIVAR, A., *Química, universo, tierra y vida,* Colección "La ciencia desde México", No. 51, Fondo de Cultura Económica-SEP-CONACYT, México, 1988.

SIGIURA, Y., "La ciencia y la tecnología en el México antiguo", *Ciencia y Desarrollo* **8**(43), 113–141 (marzo-abril de 1982).

SYNTEX, S.A., *Una corporación y una molécula*, México, 1967.

WAISSBLUTH, M. Y OTROS AUTORES, "El desarrollo de la ciencia y la tecnología en México", *Ciencia y Desarrollo* **8**(45), 27–83 (julio-agosto de 1982).